

**В.А. Дорошенко, Л.В. Антоненко**

**К ИСТОРИИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ  
В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

Обработка давлением – это завершающий этап в производстве изделий (полуфабрикатов) из металлов и сплавов. В ходе этого процесса получают изделия самой разнообразной формы. К основным способам обработки металлов давлением относятся ковка, штамповка, прокатка, прессование и волочение.

Гидравлический пресс – машина для обработки материалов давлением, приводимая в действие жидкостью, находящейся под высоким давлением. Впервые гидравлические прессы были применены в конце XVIII – начале XIX вв. для пакетирования сена, выдавливания виноградного сока, отжима масла и т.п. С середины XIX в. они широко используются в металлообработке – дляковки слитков, листовой штамповки, гибки и правки, объемной штамповки, выдавливания труб и профилей, пакетирования и брикетирования отходов, прессования порошковых материалов, покрытия кабелей металлической оболочкой и др.

Гидравлический пресс может иметь привод от насоса, насосно-аккумуляторной станции, парового, воздушного, гидравлического или электромеханического мультипликатора. Давление рабочей жидкости для большинства прессов составляет  $20 - 32 \text{ МН/м}^2$  ( $200 - 320 \text{ кгс/см}^2$ ), достигая в отдельных случаях (для синтеза алмазов)  $450 \text{ МН/м}^2$  ( $4500 \text{ кгс/см}^2$ ).

Появление гидравлических прессов относится к концу XVIII в. В 1795 г. английский механик Дж. Брама, владелец крупного машиностроительного предприятия в предместье Лондона Пимлико, взял патент на гидравлический пресс, предназначенный для выполнения различных тяжелых работ. Пресс состоял из большого и прочного цилиндра с поршнем внутри. С дном цилиндра сообщался нагнетательный насос: вода перегонялась в цилиндр, постепенно приподнимая поршень.

В процессе работы над прессом изобретатель разрешил ряд сложных технических проблем. Одна из них состояла в обеспечении герметичности между поршнем и стенками цилиндра. При действии поршня вода в больших количествах просачивалась через зазор в другую часть цилиндра, не обеспечивая нужного давления. Эту задачу помог разрешить Бrame его сотрудник, будущий известный изобретатель и машиностроитель Г. Модсли. Он предложил уплотнение поршня в виде самоуплотняющегося манжета, без которого гидравлический пресс фактически не мог действовать. Для этого в углублении, на боковой поверхности поршня, вместо прежнего сальника Г. Модсли поставил кольцеобразный вкладыш из крепкой кожи, выпуклый сверху и вогнутый снизу. При заполнении цилиндра водой под высоким давлением края кожного манжета раздвигались, плотно прижимаясь к поверхности цилиндра, и закрывали собой зазор.

Изобретатель парового молота Дж. Несмит отмечал, что уплотнение по системе Модсли также важно «для гидравлического прессы, как давление

пара для локомотива. Без этого пресс не мог бы действовать, как следует. Если бы Модсли ничего не изобрел, кроме самозадерживающегося клапана, этого одного достаточно, чтобы обессмертить его».<sup>102</sup>

Построенный Дж. Брамой пресс вначале использовался для перемещения и подъема тяжелых металлических конструкций. Так, Дж. Стефенсон применил его для поднятия гигантских конструкций строящегося через реку Темзу Британского моста. Каждый пресс воспринимал на себя нагрузку в 1114 тонн. С помощью гидравлического пресса Браммы был спущен на воду крупный пароход «Great Eastern». Пресс применяли для разрезания железных полос, вытаскивания плотинных свай, корчевания деревьев и выполнения других работ, требующих сверхмощных механизмов.

В 1797 г. Дж. Брама выдвинул идею применения гидравлического пресса для изготовления свинцовых труб путем выдавливания или экструдирования металла через кольцевидное отверстие матрицы. Однако практическая реализация этого проекта была осуществлена другим инженером, Т. Бурром, построившим в 1820 г. гидравлический пресс для прессования свинцовых труб: на конце плунжера располагался пресс-штемпель, диаметр которого был немного меньше внутреннего диаметра контейнера. Это было необходимо для того, чтобы пресс-штемпель мог свободно перемещаться в контейнере. На торце пресс-штемпеля укреплялась стержневидная оправка или игла, диаметр которой соответствовал внутреннему диаметру прессуемой трубы. Внешний диаметр свинцовой трубы определялся диаметром матрицы.

Перед прессованием пресс-штемпель опускался в крайнее нижнее положение, затем в контейнер заливался жидкий свинец. После застывания металла в верхней части контейнера устанавливалась матрица, ввинчивающаяся в специальное гнездо с нарезкой. Процесс прессования начинался с подъема плунжера и связанного с ним пресс-штемпеля, в результате чего в контейнере создавалось гидростатическое давление, значительно повышающее пластичность металла. В результате из контейнера выпрессовывалась бесшовная свинцовая труба с заданными значениями внешнего и внутреннего диаметров. Этот метод получил впоследствии название метода прямого прессования.

Т. Бурр впервые доказал возможность и перспективность гидравлического пресса для обработки металлов и сплавов, чем привлек внимание металлургов-технологов, стремившихся использовать возможности нового технического средства в различных производствах. К середине XIX в. определились два основных направления применения гидравлического пресса: первое – для продавливания (экструдирования) металла из контейнера пресса через очко матрицы и второе – для изменения формы металлической заготовки путем воздействия на нее бойков и штампов пресса.

С 70-х гг. XIX в. возникает новая область использования экструзионных прессов – электрокабельное производство. В 1879 г. французский инженер Барелл сконструировал гидравлический пресс для наложения

---

<sup>102</sup> Ламан Н.К. Развитие техники обработки металлов давлением с древнейших времен до наших дней. М.: Наука, 1989. 236 с.

свинцовой оболочки на электрический кабель, что позволило начать производство водоустойчивых, в частности подводных (морских и океанских) телеграфных и телефонных кабелей, связавших страны и континенты. Принятый Бареллом способ экструзии в общих чертах напоминает разработанный ранее способ Бурра для производства свинцовых труб. В том и другом случае свинец выпрессовывается из очка матрицы в виде трубы. В способе Барелла роль иглы выполняет непрерывно передвигающийся в процессе прессования электрический кабель, на который одновременно накладывается свинцовая оболочка. Для наложения оболочки в контейнер заливался расплавленный свинец. После его отвердевания пресс включался. Прессование проводилось при температуре 200 – 250° С. Под давлением пресс-штемпеля металл тек по направлению к матрице двумя потоками. В очаге деформации металл сваривался, образуя на изделии сплошную свинцовую оболочку.

В основу процесса экструдирования положено свойство металла повышать пластичность при высоком гидростатическом давлении. До 90-х годов XIX в. метод экструзии применяли исключительно для обработки высокопластичных металлов – свинца, олова и их сплавов. Полуфабрикатами для экструдирования служили трубки и прутки.

Развитие процесса экструдирования побудило инженеров-металлургов перенести полученный опыт на прессование труднодеформируемых металлов. Особенно большой спрос был на трубы из меди и ее сплавов. Потребовались новые, более мощные гидравлические прессы. Впервые проблему прессования медных труб и прутков осуществила в 1893 г. фирма «Троус Коппер Компани», построившая специальный пресс высокого давления. Для прессования применяли нагретую до температуры 850°С медную заготовку. Ее помещали в вертикальный контейнер гидравлического пресса. Затем сверху в контейнер опускался плунжер, соединенный с гидросистемой пресса, который прошивал заготовку в центре. При этом металл выпрессовывался вверх, образуя короткий полый цилиндр. Так появился обратный метод прессования металла.

С 40 – 50-х гг. XIX в. предпринимались попытки использовать гидравлический пресс для ковочно-штамповочных работ (Фокс, 1847 г.). В 1851 г. гидравлический ковочный пресс экспонировался на Международной промышленной выставке в Лондоне. Этот пресс, снабженный четырьмя гидравлическими цилиндрами, обеспечивал давление в 1500 тонн и предназначался для штамповки небольших предметов малой толщины. Однако дальнейшего распространения этот пресс не получил. Известно также о попытках использования в 1857 г. гидравлического пресса для кузнечных работ французским инженером Б. Дюпортейлем.

Однако начало промышленному применению гидравлических прессов положил английский инженер, директор мастерских государственных железных дорог в Вене Дж. Газвелл. Предприятие было расположено в черте города, вблизи жилых построек, и установка на нем парового молота оказалась невозможной. Газвелл спроектировал пресс, который в 1859 – 1861 гг. был изготовлен и установлен в железнодорожных мастерских.

Этот пресс обслуживался мощной паровой машиной двойного действия с горизонтальными цилиндрами диаметром 1200 мм. Благодаря значительной разнице между диаметрами парового и гидравлического цилиндров, удалось создать высокое давление – 400 атм. Вода насосами накачивалась в рабочий цилиндр пресса, плунжер которого приводил в действие подвижную траверсу с укрепленным на ней верхним бойком или штампом, движение подвижной траверсы направлялось четырьмя массивными колоннами. Подъем траверсы осуществлялся штангой, связанной с поршнем небольшого гидравлического цилиндра, расположенного над прессом.

Стол пресса Газвелла был снабжен наковальней, которую при необходимости можно было менять. Управление прессом производилось вручную при помощи рычагов. Пресс мог осуществлять периодическое и непрерывное давление с различной скоростью. Он предназначался для штамповки паровозных деталей. Первые построенные Газвеллом гидравлические прессы были мощностью 700, 1000, 1200 т. Позже были изготовлены более крупные прессы усилием 3000 т и более. Они успешно демонстрировались на Всемирных промышленных выставках в Лондоне (1862 г.) и в Вене (1873 г.). Для того чтобы увековечить выдающееся изобретение Газвелла, чертежи его первых прессов были переданы на хранение в консерваторию искусств в Вене. Но Пресс Газвелла предназначался для штамповки деталей, поэтому во второй половине XIX в. велась работа над созданием специального гидравлического пресса дляковки слитков.

Основоположником этого направления стал английский инженер и предприниматель Дж. Витворт. В 1865 г., ознакомившись с работами Газвелла, он применил гидравлический пресс для прессования жидкой стали с целью получения однородного беспузырчатого слитка. Продолжая исследования в области прессования, Дж. Витворт стремился использовать гидравлические прессы для получения необходимых полуфабрикатов и готовых изделий непосредственно из слитков.

В 1875 г. Витворт запатентовал во Франции гидравлический пресс. Он состоял из 4 колонн, укрепленных в фундаментной плите. На верхней части колонн располагалась неподвижная траверса с двумя гидравлическими подъемными цилиндрами. Они перемещали вверх и вниз подвижную траверсу, в нижней части которой был установлен штамп. Оригинальность этого изобретения состояла в том, что были соединены подвижная траверса, несущая гидроцилиндр, и приспособление для быстрого подъема, спуска и установки траверсы в нужном положении. Такая компоновка при коротком ходе поршня позволяла обрабатывать изделия различной высоты. В прессе был предусмотрен механизм для поворачивания заготовки, что помогало более равномерно обрабатывать заготовки по всему объему.

Пресс Витворта впервые был применен дляковки слитков в 1884 г. Тогдаковка орудийных стволов велась при помощи паровых молотов. С появлением пресса Витворта они стали отходить на задний план. Преимущества гидравлических прессов перед паровыми молотами были бесспорны. Так, дляковки орудийного ствола из слитка массой 36,5 тонн на

50-тонном паровом молоте требовала 3 недели работы и 33 промежуточных нагрева слитка. Использование гидравлического пресса дляковки слитка массой 37,5 т. сократило срокковки до 4 дней при 15 промежуточных нагревах.

Прессы Дж. Витворта широко применялись не только дляковки слитков, но и в производстве броневых плит, изготовлении стволов артиллерийских орудий, крупных валов, а также фасоннойковки. Они выпускались мощностью 2000, 5000 и 10 000 тонн. Крупнейшим был пресс мощностью 14 000 тонн, установленный в 1893 г. на Вифлеемском заводе в США. Для привода этого пресса применялись паровые двигатели мощностью 16 000 л.с. Колонны пресса, поддерживающие верхнюю траверсу, располагались на расстоянии 4,4 м друг от друга. Свободное пространство для работы под подвижной траверсой составляло 5,2 м. Пресс имел два гидравлических цилиндра диаметром 1270 мм. Они были установлены на шарнирах, поэтому пресование слитков под углом производилось без затруднений. Вода подавалась в пресс четырьмя насосами, диаметр цилиндров которых составлял 280 мм, при ходе поршня 1430 мм.

Кроме названных основных систем гидравлических ковочных прессов, в последней трети XIX в. на международном рынке появились прессы и некоторых других машиностроительных заводов. Так, 4000-тонный пресс выпускала в г. Шеффилде фирма братьев Дэви. Несколько моделей гидравлических прессов усилием до 6000 т производил завод «Делаттр и К<sup>о</sup>» в г. Феррнерля-Гранд. Ковочный пресс системы Далена выпускал машиностроительный завод «Л.В. Брейер, Шумахер и К<sup>о</sup>» в г. Кальке.

В конце XIX в. происходила замена тяжелых паровых молотов гидравлическими ковочными прессами. В 1893 г. был демонтирован 125-тонный молот на Вифлеемском заводе в США. Завод Круппа в Эссене заменил 75-тонный паровой молот 2000-тонным прессом. Отказался от 108-тонного молота завод в Терни (Италия), установив вместо него 4500-тонный пресс.

С этой же проблемой столкнулись и российские специалисты и предприниматели. Большую работу по изучению состояния и тенденций развития мировой техники кузнечного производства в связи с появлением гидравлических ковочных прессов провела специальная Комиссия по реорганизации Обуховского завода в Петербурге. Необходимость «усиления механических средств завода» обуславливалась увеличением заказов военного ведомства на тяжелые артиллерийские орудия, что потребовало технического обновления производства предприятия. Напомним, что Обуховский завод был ведущим в России по числу и суммарной мощности установленных в его «молотовой мастерской» паровых молотов, в том числе молотов тяжелых. Поэтому вопрос о соотношении в производстве паровых молотов и гидравлических прессов, перспективности того и другого вида кузнечного оборудования приобрел в 80-х гг. XIX в. острую технико-экономическую направленность.

Обуховский завод был оснащен мощным гидропрессовым оборудованием. В 1886 г. Витворт получил от Обуховского завода заказ на изго-

товление 3000-тонного гидравлического пресса, который в течение 1890 – 1891 гг. был собран и пущен в эксплуатацию. Одновременно 15- и 50-тонные молоты на этом предприятии были демонтированы. Несколько позже, весной 1898 г. на Обуховском заводе установили мощнейший гидравлический пресс усилием 7500 т системы завода «Л.В. Брейер, Шумахер и К<sup>о</sup>» (Германия), приводимый в действие с помощью трех гидравлических цилиндров. Кроме того, для создания бокового давления на заготовку в прессе были предусмотрены еще два гидравлических устройства, усилием 1200 т каждое. Пресс развивал максимальное гидравлическое давление на поршень в 2,5 т. на кв.д. Вскоре завод пополнился 1500 т и 800 т гидравлическими прессами. В России, кроме Обуховского завода, гидравлические ковочные прессы были установлены на ряде других наиболее крупных предприятиях, в том числе на Таганрогском, Харьковском, Луганском, Балтийском и некоторых других заводах.

В 70 – 80-х гг. XIX в. непрерывно развивалось кузнечно-прессовое оборудование – росли производительность, надежность и мощность машин. К концу 1920 – началу 1930-х гг. в Германии и некоторых других странах создаются новые конструкции тяжелых гидравлических прессов. В 1930 г. был построен самый крупный на то время гидравлический штамповочный пресс мощностью 6300 тс (61,8 МПа) для изготовления авиационных деталей из легких сплавов. В 1931 г. в Германии были построены два штамповочных прессы мощностью 15 000 тс (147 МПа). В 1939 г. французские машиностроители строят пресс мощностью 20 000 тс (196 МПа).

В нашей стране гидравлические прессы впервые появились в начале 1920-х гг. на заводе «Красный выборжец» в Ленинграде и затем на Кольчугинском заводе по обработке цветных металлов. В 1923 – 1924 гг. на заводе «Красный выборжец» был установлен 1000-тонный гидравлический пресс «Дика», на котором изготавливали из алюминия прутки и фасонные профили, а также трубные заготовки длиной 2 м и диаметром 2х3 дюйма (50,8 × 76,2 мм). Это были первые в нашей стране опыты по получению заготовок для труб прессованием.<sup>103</sup>

В СССР в предвоенные годы велись работы по проектированию нескольких мощных гидравлических штамповочных прессов. Одновременно в Германии в 1939 г. был сделан заказ на пресс усилием 10 000 тс (98 МН) для получения штамповок из алюминиевых сплавов, однако Великая Отечественная война помешала этим планам.

В середине 1930-х гг. советские металлурги и машиностроители освоили производство цельноштампованных вагонных колес диаметром 950 и 1050 мм из стальных заготовок массой 2750 кг. По старой технологии отковывались отдельно колесные центры и бандажи с последующей их горячей посадкой на обод колесных центров.

Следует отметить, что на вновь созданных в 1930-х гг. советских машиностроительных заводах существовали крупные и технически хорошо оснащенные преимущественно современным прессовым оборудовани-

<sup>103</sup> Жолобов В.В., Зверев Г.И. Прессование металлов. М.: Металлургия, 1971. 456 с.

ем цехи. Много кузнечно-прессовых машин СССР импортировал из-за границы. Советские металлурги разработали и применили в годы Великой Отечественной войны технологические процессы, связанные со штамповкой на вертикальных универсальных гидравлических прессах таких крупногабаритных поковок, как лопасти воздушных винтов, носков, картеров авиационных двигателей, крыльчаток с двусторонним оребрением и др.

Широкое распространение гидравлических штамповочных прессов сопровождалось совершенствованием производства, повышением точности и качества штамповок, экономией металла. К середине 1940-х гг. применявшаяся ранее свободная ковка под паровыми молотами стала быстро вытесняться штамповкой на гидравлических прессах. К 1945 г. ряд крупных советских машиностроительных заводов перешел на технологию штамповки вагонных и паровозных осей на гидравлических прессах вместо существовавшей ранее технологии изготовления их способом свободнойковки. В некоторых кузнечно-прессовых цехах, оборудованных мощными ковочными гидравлическими прессами, стали изготавливать штамповкой шестиколеччатые валы и другие виды изделий.

Достижения науки и техники второй половины XX в. обусловили успешное применение в кузнечно-штамповочном производстве принципиально новых технологических способов, основанных на деформации обрабатываемого тела путем приложения к нему высокого давления жидкости и газа. Появление новых способов обработки связано с общим научно-техническим прогрессом, качественными сдвигами в области машиностроения, предъявившего спрос на новые изделия из труднодеформируемых материалов. К их числу относится большая группа жаропрочных и высоколегированных сталей, сплавов тугоплавких металлов – вольфрама, молибдена, титана и др. Новые способы распространились и на область порошковой металлургии, обеспечивающей получение монолитных беспористых материалов и изделий из них.

Проблемой использования высоких давлений в науке и технике ученые и специалисты заинтересовались еще в конце XIX – начале XX в. Именно в этот период в ряде стран начались исследования свойств жидкости и газов при высоких давлениях и температурах, эффекта высокого всестороннего давления на твердое тело. Еще в 1930 – 1940-х гг. делаются практические шаги по созданию камер высокого давления, разработке методов и приборов для измерения высоких давлений, изучения свойств многих твердых тел в состоянии высокой плотности. Создаются камеры высокого давления, позволившие вести исследования при давлениях до 100 тыс. кг/см<sup>2</sup>.

Крупный вклад в развитие физики и техники высоких давлений внес американский ученый П.У. Бриджмен. В 1946 г. за усовершенствование методов получения высоких давлений, исследования свойств различных материалов в десятки и сотни тысяч атмосфер ему была присуждена Нобелевская премия. Проблемой высоких давлений занимались и многие другие специалисты.

Вторая половина XX в., характеризующаяся мощным воздействием достижений научно-технической революции на все сферы материального

производства, одной из первых отраслей затронула металлургическое машиностроение и, в частности, производство кузнечно-прессового оборудования. Крупнейшие сдвиги произошли в проектировании и сооружении мощных гидравлических прессов, которые, в свою очередь, дали большой импульс прогрессу металлургической и машиностроительной технологии. Создание сверхмощных гидравлических кузнечно-прессовых машин с полным правом может быть отнесено к крупнейшим достижениям XX в.

В 1950-х гг. наша промышленность приступила к созданию уникальных комплексов мощных гидравлических штамповочных прессов. Работы на стадии проектных заданий и координации деятельности научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций координировались Всесоюзным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом металлургического машиностроения (ВНИИметмаш). Большой вклад в создание мощного гидропрессового оборудования внесли Новокраматорский машиностроительный завод и Уральский завод тяжелого машиностроения.<sup>104</sup>

На Уральском заводе изготовили два гидравлических пресса усилием 294 МН. Новокраматорский машиностроительный завод (НКМЗ) в 1960 г. выпустил уникальные штамповочные прессы 735 МН. Для их изготовления была применена принципиально новая технология соединения основных элементов пресса: станина и поперечины были собраны из катаных и кованных плит, соединенных электрошлаковой сваркой. В 1976 г. НКМЗ изготовил для Франции пресс усилием 637 МН. В его конструкцию были внесены некоторые усовершенствования по сравнению с прессами 735 МН.

Советский Союз по производству мощного прессового оборудования добился огромных успехов, занимая в этой области металлургического машиностроения передовые позиции. В 1967 г. наша страна принимала участие в Международной выставке на 27-м парижском авиационном салоне, где демонстрировала в диапозитивном изображении советский вертикально-штамповочный пресс усилием 735 МН. Здесь же были выставлены образцы крупногабаритных штамповок силовых балок, подмоторных рам, кронштейнов, изготовленных на этом прессе из сплава В93. Французский журнал «Металлургический бюллетень» 6 июня 1967 г. отмечал, что «Советский металлургический павильон на парижской выставке производит необычайно сильное впечатление, что он охватывает широкий ассортимент полуфабрикатов из сплавов титана, алюминия, хрома, ниобия и молибдена. По размерам полуфабрикатов русские значительно ушли вперед».

В СССР работы в области физики высоких давлений велись в довоенные годы в ряде лабораторий и научно-исследовательских институтов. На их основе в составе Академии наук в 1954 г. была создана Лаборатория высоких давлений, возглавляемая профессором, впоследствии академиком Л.Ф. Верещагиным. В 1958 г. на основе Лаборатории создается Институт физики высоких давлений АН СССР, разработавший большой комплекс

---

<sup>104</sup> Грабарник Л.М., Нагайцев А.А. Прессование цветных металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1983. 240 с.



научно-технических проблем, связанных с созданием сверхмощного оборудования и исследованиями физических свойств твердых тел при высоких давлениях. За цикл работ в области физики высоких давлений, в частности за разработку методов измерений деформации твердых тел, скорости звука и других исследований, Л.Ф. Верещагин в 1952 г. был удостоен Государственной премии, а в 1961 г. – Ленинской премии (в 1960 г. под его руководством впервые в нашей стране получены синтетические алмазы).

Эти и другие работы положили начало развитию техники высоких давлений, применению результатов исследований в различных отраслях промышленности, одной из которых стало кузнечно-штамповочное производство. В результате, металлургическая технология пополнилась новыми машинами – гидростатами, газостатами и гидростатическими прессами.

Гидростаты и газостаты представляют камеры или контейнеры, в которых процесс деформации обрабатываемого тела осуществляется в результате приложения к нему высокого всестороннего давления жидкости или газа (процесс гидро- или газопрессования). Большое преимущество обработки порошков металлов в гидростатах или газостатах состоит в резком повышении скорости кристаллизации при переходе металла из жидкого состояния в твердое. Этот способ широко применяется в производстве быстрорежущих и жаропрочных сталей, а также изделий из твердых сплавов. Способ реализован в производстве на основании исследовательских и опытно-экспериментальных работ, проведенных во ВНИИметмаше коллективом ученых, во главе с Б.В. Розановым. Изготовление нового оборудования начал в содружестве с ВНИИметмашем Коломенский станкостроительный завод. Машины рассчитаны на давление в камерах от 2000 до 10 000 кгс/см<sup>2</sup>. Размеры камер гидростатов и газостатов: диаметр от 150 до 415 мм, длина от 500 мм и более. Применение гидростатов и газостатов оказалось также эффективным для залечивания усталостных микротрещин деталей машин, срок ресурса которых близок к концу. По оценкам академика А.И. Целикова, гидростаты и газостаты перспективны в порошковой металлургии для получения различных металлов и сплавов повышенного качества, а гидростатические (гидроэкструзионные) прессы – для получения изделий из металлов и сплавов с пониженными пластическими свойствами.